

## APRIMORAMENTO DE PLACAS FOTOVOLTAICAS COM CLOROFILA: Melhor Eficiência de Geração

**Erik Yuji Enokizono Adorno**

Graduando em Engenharia Elétrica,  
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

**Murilo Nuud Táparo**

Graduando em Engenharia Elétrica,  
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

**Weslin Keven Savaris**

Engenheiro Eletricista – UNESP; Mestrando em Engenharia Elétrica – UNESP;  
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

### RESUMO

O sol é a principal fonte de energia do planeta, liberando energia em forma de luz e calor. A energia solar fotovoltaica tem a capacidade de transformar a energia do sol em energia elétrica, através de placas constituídas por materiais semicondutores, sendo esses minérios com 4 elétrons na camada de valência. O mais utilizado é o silício, porém, não é capaz de converter totalmente a energia solar em energia elétrica, tendo oportunidade de melhoria em sua eficiência no processo de geração através de placas fotovoltaicas. Neste artigo demonstraremos a possibilidade de aprimoramento de sua eficiência utilizando clorofila retirada de plantas superiores (árvores), sendo esta uma das principais moléculas responsáveis pela fotossíntese, pigmentação (cor) das folhas e captação dos fótons, isto é, partículas elementares mediadora de energia. A extração das moléculas de clorofila é realizada através de processos químicos, mediante a utilização do álcool isopropílico, água desmineralizada e folhas verdes. Realizado diversos testes para averiguar qual o método mais (H<sub>2</sub>O) eficaz para pincelar a clorofila na superfície da placa fotovoltaica, resultando em um aumento significativo da eficiência de transformação de energia solar em elétrica.

**PALAVRAS-CHAVES:** placa fotovoltaica; eficiência; clorofila; fótons.

### 1 INTRODUÇÃO

As plantas são umas das responsáveis pela existência de vida na Terra. Pelo processo bioquímico da fotossíntese, que ocorre na presença de radiação solar (fótons), a H<sub>2</sub>O e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), absorvidos do meio ambiente, são oxidados a O<sub>2</sub> e reduzidos a carboidratos (açúcares), respectivamente.

A fotossíntese ocorre devido à existência da clorofila, molécula responsável pela pigmentação da planta, capaz de absorver eficientemente dois comprimentos de ondas de energia luminosa visível, azul (a mais energética) e vermelha (menos energética), assim tornando possível a maior absorção de luz.

A habilidade da clorofila em absorver radiação pode ser comparada ao processo de geração de energia elétrica das placas fotovoltaicas constituídas por

semicondutores como silício (Si) e Germânio (Ge), conectados eletricamente. Estes, ao receber energia luminosa, sofrem alteração em suas propriedades e geram energia elétrica.

Por outro lado, além de a clorofila e o semicondutor agirem similarmente, necessitando de radiação solar para o exercício de suas funções em seus processos, também há uma limitação símil entre elas, a temperatura, que, muito elevada na clorofila pode trazer nulidade da fotossíntese, se muito baixa pouca fotossíntese. No que diz respeito à placa fotovoltaica, com temperaturas elevadas, há dilatações dos semicondutores gerando resistência e diminuindo sua geração de energia, dispõe-se de melhor rendimento em temperatura de 25 °C. Assim, uma vez que não se encontra nada referente à união de ambos os assuntos, a clorofila podendo ser uma das soluções para o inconveniente de baixo aproveitamento de energia solar para geração de energia elétrica do módulo fotovoltaico na região de Três Lagoas, MS. Com o intuito de melhoria utilizando uma fórmula elaborada através da clorofila, álcool isopropílico e água desmineralizada, retirada de plantas superiores, especificamente, a *Licania Tomentosa*, conhecida popularmente como Oiti. Com objetivo de teste da eficiência da placa voltaica e com o intuito de combinar esses dois assuntos.

### 1.1 Amperímetro

Aparelho utilizado para medir a intensidade de corrente elétrica que passa por um fio (RIBEIRO, 2008).

### 1.2 Voltímetro

Aparelho utilizado para medir a diferença de potencial entre dois pontos; por esse motivo deve ser ligado sempre em paralelo com o trecho do circuito do qual se deseja obter a tensão elétrica (RIBEIRO, 2008).

### 1.3 Pirômetro

O termômetro infravermelho ou pirômetro ótico é um aparelho que mensura a temperatura do objeto sem a necessidade de tocar o corpo/meio do qual se pretende verificar a temperatura. Esta medição óptica é realizada através de radiação (OMEGA, 2015).

#### 1.4 Medidor de Lux

O luxímetro, também chamado de medidor de luz, tem a função de medir a intensidade da iluminação de forma precisa (SILVEIRA, 2018).

#### 1.5 Resistor

Os resistores são componentes de circuitos elétricos que possuem a finalidade de limitar a corrente elétrica ou gerar calor (JÚNIOR, 2016).

#### 1.6 *Proto*board

O *proto*board consiste numa placa com uma matriz de contatos que permite a construção de circuitos experimentais sem a necessidade de solda, permitindo com rapidez e segurança desde uma alteração de posição de um determinado componente até sua substituição (UNIVERSIDADE FEDERAL DA FONTEIRA SUL, 2013).

#### 1.7 Álcool Isopropílico

O Álcool isopropílico, também denominado como isopropanol ou propano-2-ol, tem a fórmula química  $C_3H_8O$ . Todos esses nomes servem para designar o álcool com uma cadeia de três carbonos e a hidroxila ligada ao carbono secundário. Esse álcool contém porcentagem de água inferior a 1% (LORENA, 2010).

#### 1.8 Água Desmineralizada

A água deionizada é aquela submetida a processos para a remoção de íons e é usada em laboratórios de pesquisa, na indústria farmacêutica, eletrônica, alimentícia, entre outras. Vale destacar que, apesar de não apresentar substâncias iônicas, esse tipo de água possui substâncias moleculares (SANTOS, 2015).

#### 1.9 Folha de Árvore

A folha utilizada é da espécie Oiti, “o oiti ou oitizeiro é uma árvore perenifólia e frutífera” (PATRO, 2014).

#### 1.10 Recipientes Plásticos

Caixa, vaso, vasilha ou qualquer outro objeto que possa conter algo.

### 1.11 Placa Fotovoltaica

As placas fotovoltaicas são módulos construídos por células semicondutoras onde faz a conversão da direta da luz em eletricidade (VILLALVA, 2015).

## 2 OBJETIVOS

O Artigo tem como objetivo desenvolver uma solução composta por clorofila como base para melhorar a eficiência de placas fotovoltaicas e com o intuito de combinar dois assuntos sendo a fotossíntese e a geração solar gerando assim, mais um campo para bioquímica.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Material

#### 3.1.1 Placa fotovoltaica

A placa utilizada foi de 10 Watts de potência com dimensões de 390x160 mm e posicionada em direção ao sol em cima de um suporte de madeira, assim como a Figura1. Assim que a placa for posicionada basta passar a solução escolhida no tópico acima.

**Figura 1. Placa fotovoltaica.**



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

#### 3.1.2 Folha de árvore

A folha utilizada para a solução foi da árvore Oiti, escolhida pelo simples fato de ser uma árvore comum e em abundância na região, para o experimento, foi utilizado 20 unidades de folhas de tamanhos grandes, como mostrado na Figura 2.

**Figura 2. Folhas da árvore Oiti.**



Fonte: Elaborado pelos autores.

## **3.2 Métodos**

### **3.2.1 Extração de Clorofila**

Para a extração da clorofila, vinte unidades de folhas de Oiti foram submersas em solução de álcool isopropílico 80% (250 ml) e mantidas por um período de, no máximo, 85 horas (Figura 3).

**Figura 3. Folhas de Oiti submersas na solução de álcool isopropílico 80%.**

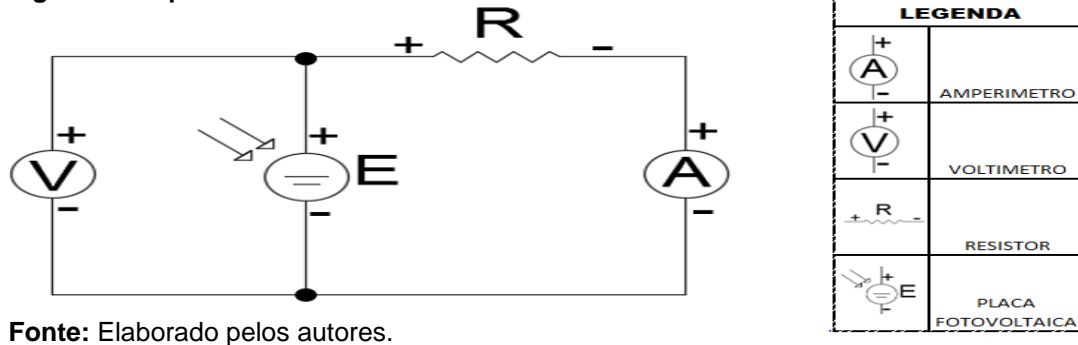


Fonte: Elaborado pelos autores.

Para as medições, foram utilizados os seguintes equipamentos, voltímetro para medir a diferença de potencial gerada pela placa, amperímetro para a medição de corrente elétrica, pirômetro para medir a variação de temperatura na placa, de modelo de medição a laser para evitar sombreamento no modulo, por último, um medidor de lux, para determinar a quantidade de luz presente na placa. Para realizar as medições foi montado um circuito em uma *protoboard* utilizando um circuito simples com uma pequena resistência de 1 k $\Omega$  (1000 ohms) em série simulando

uma carga onde foi obtido maior exatidão nas medições. A Figura 4 mostra o esquema do circuito criado. Após a execução dos procedimentos acima, foi realizado testes para obtenção de amostragem da eficiência da solução, determinar qual a melhor solução para ser pincelada na placa fotovoltaica a fim de gerar uma melhor eficiência.

Figura 4. Esquema do circuito elétrico.



Fonte: Elaborado pelos autores.

### 3.2.2 A Solução

Para determinar os parâmetros da solução, foram realizados testes com a placa, onde foi possível mensurar a quantidade de tempo de repouso e quantidade de materiais. Para que seja feito a extração da clorofila das folhas, é necessário que as mesmas sejam submersas na solução alcoólica por, no mínimo, 2 horas, como mostrado na Figura 3. Para cada teste foi substituído o tipo de álcool, no primeiro teste foi realizado com o álcool de 46% Vol. No segundo teste, foi realizado com etanol comum e por último com o álcool isopropílico, a qual o demonstrou melhor resultado. Para descobrirmos a quantidade de água desmineralizada utilizada na solução, foram realizados alguns testes junto ao álcool isopropílico, onde a quantidade de álcool foi de 200 ml e testado com 25 ml, 50 ml e 100 ml de água desmineralizada, sendo o melhor resultado o de 50 ml de água, a utilização da água auxilia no retardo do processo de evaporação da solução.

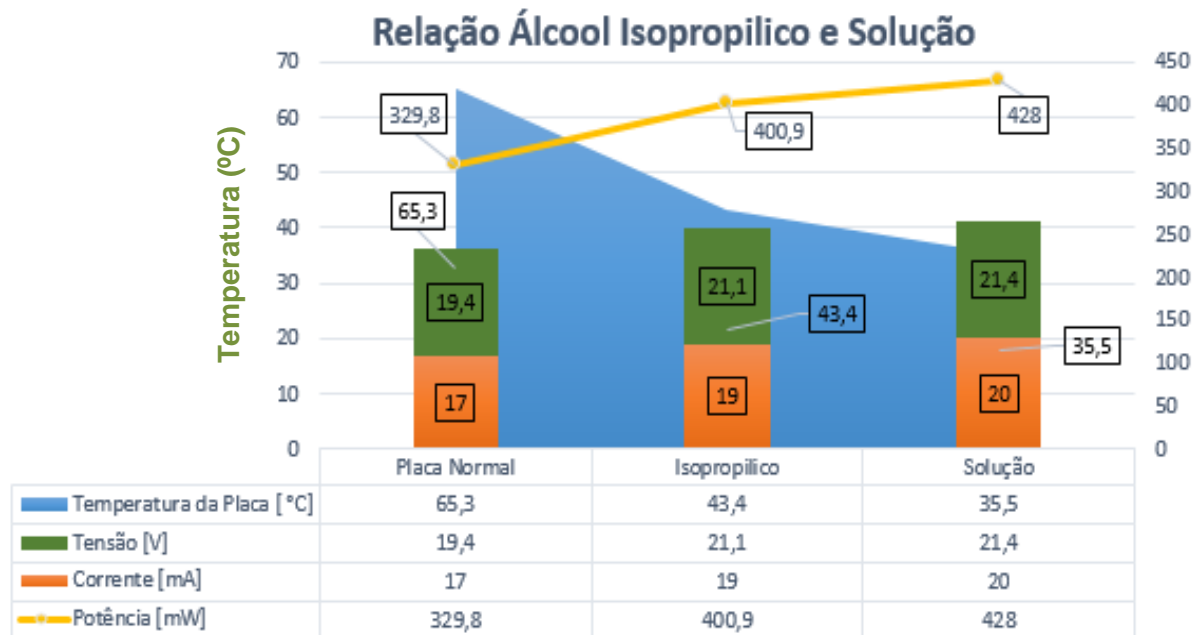
### 3.2.3 Circuito para Medição

Para realização das medições, foi necessária a montagem de um circuito conforme a figura 4, com um resistor de 1 K $\Omega$  e a ligação de dois equipamentos de medição, sendo o amperímetro instalado em série com a carga e o voltímetro em paralelo com a placa fotovoltaica.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudos indicam que as placas fotovoltaicas quando submetidas à alta temperatura tendem a ter uma baixa geração, assim, apenas a utilização do álcool já seria o suficiente para reduzir a temperatura do módulo e aumentando sua geração por ser um líquido com alto teor de refrigeração. Com a solução de clorofila contida na solução de álcool isopropílico 80%, com 85 horas de repouso adquirida através de experimentos, houve uma melhora substancial ao do álcool, no desempenho e na duração dessa eficiência. Para melhor visualização dos resultados, criou-se o Gráfico 1, em que é mostrado a eficiência da solução sobre o álcool Isopropílico.

**Gráfico 1. Relação do álcool isopropílico e da solução. Aumento da corrente em relação à diminuição da temperatura.**



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

No Gráfico 1 são demonstrados três resultados, onde na primeira barra são mostrados os dados da placa normal, onde não tem adição da solução ou do álcool, na segunda barra estão os resultados obtidos com a adição do álcool na placa normal, tendo uma redução de temperatura e aumento de potência da placa, na terceira e última barra, há adição da solução sobre a placa normal, onde tem uma redução da temperatura e aumento da potência superior à do álcool. Utilizando somente o álcool isopropílico houve uma melhora de eficiência conforme ilustrado no Gráfico 1, porém há uma pequena duração do efeito, já ao utilizar a solução foi

possível determinar uma duração maior dos resultados comparado ao teste com o álcool Isopropílico, pode-se afirmar que a clorofila surtiu efeito.

## 5 CONCLUSÃO

Analisando os dados, pode-se concluir que a solução de clorofila aumenta a eficiência e a mantém por mais tempo que o álcool isopropílico, além de diminuir a temperatura da placa, elevando a tensão, a corrente e a potência. Ocorreu algo inusitado, do qual o Dr. Marcelo Marenco Villalva não pode prever ao escrever em seu livro Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações, “A corrente fornecida pelo módulo não se altera com a temperatura. Uma consequência da variação sobre o módulo fotovoltaico é que, quando a temperatura aumenta, a potência fornecida pelo módulo diminui, pois, a potência é o produto da tensão e da corrente do módulo” (VILLALVA, 2015, p. 78).

Deste modo, pode haver uma interação da clorofila na placa fotovoltaica intensificando a concentração de fótons na célula semicondutora. Com os dados obtidos foi possível provar a relação da radiação solar e a temperatura da placa, pois, ao posicionar o painel para ter foco direto de luz e mantendo uma baixa temperatura do modulo, é possível adquirir aumento na geração de energia elétrica fotovoltaica.

Conclui-se então que, com um estudo aprofundado e melhores recursos, pode-se desenvolver ainda mais esse projeto, para então ser uma fonte de pesquisa e desenvolvimento, como a melhoria em vários setores da energia fotovoltaica.

## REFERÊNCIAS

JÚNIOR, J. S. S., Resistores, 2016. Disponível em <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/resistores.htm>>. Acesso em 19 ago. 2018.

KLUGE, R. A.; TEZOTTO-ULIANA, J. V.; DA SILVA, P. P. M., Aspectos Fisiológicos e Ambientais da Fotossíntese, 2014. Disponível em <<http://rvq.sbq.org.br/imagebank/pdf/v7n1a04.pdf>>. Acesso em 20 jul. 2018.

LOPES, N.; MARENCO, R. Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, Respiração, Relações hídricas e Nutrição mineral. 3 ed. Viçosa – MG: UFV – Universidade Federal de Viçosa, 2013.

LORENA, S., Álcool Isopropílico, 2018. Disponível em <<https://www.infoescola.com/quimica/alcool-isopropilico>>. Acesso em 19 ago. 2018.

MOREIRA, C., Fotossíntese, 2013. Disponível em <[https://www.fc.up.pt/pessoas/jfgomes/pdf/vol\\_1\\_num\\_1\\_03\\_art\\_fotossintese.pdf](https://www.fc.up.pt/pessoas/jfgomes/pdf/vol_1_num_1_03_art_fotossintese.pdf)>. Acesso em 20 jul. 2018.

OMEGA, Pirômetro e Termômetro Infravermelho, 2015. Disponível em <[https://br.omega.com/prodinfo/pirometro\\_termometro\\_infravermelho.html](https://br.omega.com/prodinfo/pirometro_termometro_infravermelho.html)>. Acesso em 19 ago. 2018.

PATRO, R., Oiti: Licania tomentosa, 2014. Disponível em <<https://www.jardineiro.net/plantas/oiti-licania-tomentosa.html>>. Acesso em 19 ago. 2018.

PORTAL SÃO FRANCISCO, Fotossíntese. Disponível em <<https://www.portalsaofrancisco.com.br/biologia/fotossintese>>. Acesso em 20 jul. 2018.

RIBEIRO, T., Voltímetro e Amperímetro, 2008. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/tipos-agua.htm>>. Acesso em 01 set. 2018.

SANTOS, V. S., Tipos de água, 2015. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/tipos-agua.htm>>. Acesso em 19 ago. 2018.

SILVEIRA, C. B., Luxímetro: Medidor Profissional de Lúmens. 2018. Disponível em <<https://www.citisystems.com.br/luximetro/>>. Acesso em 19 ago. 2018.

SOLAR BRASIL, Módulos Fotovoltaicos - Parâmetros técnicos. Disponível em <<http://www.solarbrasil.com.br/blog-da-energia-solar/136-modulos-fotovoltaicos-parametros-tecnicos>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

STREIT, N. M. ET AL, As Clorofilas, 2005. 755f, REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul, Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/cr/v35n3/a43v35n3.pdf>>. Acesso em 20 jul. 2018.

VILLALVA, M. Energia Solar Fotovoltaica: Conceito e Aplicações. 2 ed. São Paulo: Érica, 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL, Protoboard, para que serve e como utilizá-lo. 2013. Disponível em <<http://fronteiratec.com/blog/protoboard-para-que-serve-e-como-utiliza-lo>>. Acesso em 19 ago. 2018.